

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

AG

(11)Publication number : 2003-309232  
(43)Date of publication of application : 31.10.2003

(51)Int.Cl. H01L 23/36  
C22C 47/06  
C22C 47/12  
C22C 49/06  
H01L 23/373  
H05K 7/20  
// C22C101:10  
C22C101:14  
C22C101:16  
C22C101:22

(21)Application number : 2002-111814 (71)Applicant : AM TECHNOLOGY:KK  
SENTAN ZAIRYO:KK  
(22)Date of filing : 15.04.2002 (72)Inventor : SUZUKI NOBUYUKI  
TERASHI AKIRA  
SATO KIYOSHI

(54) HEAT SINK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a heat sink material whose thermal conductivity is 300-400 W/mK or larger and whose coefficient of thermal expansion is between 12 to 4 ppm/K.  
SOLUTION: By integrating two kinds of complex materials, a heat sink plate having high thermal conductivity of superior workability and an appropriate coefficient of thermal expansion is provided.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.04.2005  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

AG

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-309232

(P2003-309232A)

(43) 公開日 平成15年10月31日 (2003. 10. 31)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 L 23/36		C 2 2 C 47/06	4 K 0 2 0
C 2 2 C 47/06		47/12	5 E 3 2 2
47/12		49/06	5 F 0 3 6
49/06		H 0 5 K 7/20	B
H 0 1 L 23/373		C 2 2 C 101:10	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2002-111814(P2002-111814)

(22) 出願日 平成14年4月15日 (2002. 4. 15)

(71) 出願人 00012/592

株式会社エー・エム・テクノロジー

静岡県沼津市足高尾上232-26

(71) 出願人 398063135

株式会社先端材料

静岡県富士市五貫島74-1

(72) 発明者 鈴木 信幸

静岡県沼津市足高尾上232-26 株式会社

エー・エム・テクノロジー内

(72) 発明者 寺師 晶

静岡県沼津市足高尾上232-26 株式会社

エー・エム・テクノロジー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヒートシンク

(57) 【要約】

【課題】 熱伝導度が300~400W/mK以上の  
 のもので熱膨張率が12~4ppm/Kの間で要求され  
 るヒートシンク材を提供する。

【解決手段】 2種の複合材料を一体成形することで、  
 加工性の良好な高熱伝導、適宜な熱膨張率を有するヒー  
 トシンク板

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭化珪素粒子又は立方晶窒化ほう素粒子からなる層と炭素粒子又は炭素繊維からなる層の2層から構成される無機物層に熔融金属を含浸させることによって、得られるヒートシンク板。

【請求項2】 請求項1にある炭化珪素粒子又は立方晶窒化ほう素は、粉体、焼結体或いは、アルミナゾルやシリカゾルをバインダーとする仮焼結体にて成形されたものを含むものであること。

【請求項3】 請求項1にある炭素粒子又は炭素繊維は、黒鉛質のものも含み、粒子や繊維束の他にそれらの成形体も含むものであること。

【請求項4】 請求項1にある熔融金属は、アルミニウム、銅、銀及びそれらの合金を含むものであること。

【請求項5】 請求項1にある熔融金属を含浸させる方法として、高圧にて圧入凝固させることであること。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体や集積回路などの放熱性を要求される基板として、強度、熱伝導度に優れ、かつ適当な熱膨張率を有する部材に摘要される。

## 【0002】

【従来の技術】半導体の基板として従来、アルミナセラミックスやエポキシ樹脂が使用されていた頃は、半導体自体からの発熱は問題にならなかった。しかし最近では、演算速度のスピードアップや、高速通信いわゆる光通信の光熱による発熱量の増大に伴って、半導体の冷却が必要不可欠になって来た。それに対応するように、基板も熱伝導度の良好なもの、及び適当な熱膨張率を具備

する材料によって選定されるようになった。

【0003】すなわち、高熱伝導で適当な熱膨張率を有するものとして、銅タングステン、銅モリブデンや炭化珪素とアルミニウムの複合材料が発明されて利用されている。これらはおよそ、150～200W/mKの熱伝導度と、8～12ppm/Kの熱膨張率を有している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが最近では、半導体からの発熱量が大きくなり、熱伝導度がより大きなものが必要となって来た。又、光通信に供される化合物半導体では、熱膨張率が4～5ppm/Kが要求される。銅タングステン、銅モリブデンや炭化珪素とアルミニウムの複合材料では、新しい基板で必要とされている熱伝導度、熱膨張の両特性ともに満足させることは不可能である。

【0005】他方では、近年自動車にも電氣化に伴い集積回路の基板として、熱膨張率8～12ppm/K、熱伝導度300W/mK以上のヒートシンク材料としての要求特性の他に、機械的強度として250MPa以上のものが必要とされている。

【0006】このため、本開発の課題として、熱膨張率を4～5ppm/Kと8～12ppm/Kの2水準とし、熱伝導度が300～400W/mKのヒートシンク板を完成させることとした。

【0007】本課題に先行して、予め強化材となる各種無機物にマトリックスの熔融金属を含浸させた金属基複合材の機械的強度と熱伝導度および熱膨張率の特性を調査した所、表-1に示す特性値が得られた。

## 【0008】

表-1

No.	マトリックス (金属)	強化材 (無機物)	引張強度 (MPa)	熱伝導度 (W/mK)	熱膨張率 (ppm/K)
①	JIS A1070	炭化珪素 粒子	250	290	12
②	JIS AC3A		280	273	10
③	JIS ADC14		340	250	8
④	JIS C1020		533	245	8
⑤	JIS AC3A	黒鉛粒子	54	288	8
⑥	JIS C1020		68	312	7
⑦	純銀		61	318	8
⑧	JIS A1070	立方晶窒化 ほう素粒子	135	367	5
⑨	JIS C1020	炭素繊維	繊維方向 1200	265	-1
			直角方向 180	68	7
⑩	JIS A1070	黒鉛化 炭素繊維	繊維方向 1060	510	-1
			直角方向 43	79	7
⑪	JIS C1020	炭素繊維	繊維方向 1080	525	-1
			直角方向 145	96	7
⑫	JIS A1070	炭化珪素 焼結体	800	283	4.5
⑬	JIS C1020	炭化珪素 焼結体	630	296	4.1
⑭	JIS A1070	炭化珪素 仮焼結体	260	234	9

【0009】本課題を達成する為、表-1に示す複合材料をさらに組合わせて使用することを考えた。熱伝導度について、例えば2種の複合材料を組合わせた場合、総

熱伝導度U(W/mK)は1種の熱伝導度A(W/mK)、その厚さX(mm)とし、他種の熱伝導度B(W/mK)、その厚さY(mm)とする時、 $U = (X+Y) / (X/A$

+Y/B) という式が成り立つ。

【0010】上式のUが400W/mK以上になるためには少なくとも一種は10、11を採用し、他種との兼合いからその厚さを調整すれば良い訳である。例えば他種に4を選択し、その厚さを1mm、11の厚さを3mmとする時、Uは408W/mKとなる。別の例としては、1の厚さを1mm、10の厚さを2mmとする時、Uは407W/mKとなり、それぞれ熱伝導度の目標を満足する。

【0011】次に熱膨張率であるが、10あるいは11を使用する場合、直角方向での熱膨張率を採用せねばならない。この理由はヒートシンク板としては、熱伝導度が板の厚さ方向に良好なことが必要であるのに対して、熱膨張率は板の平面方向に関係してくるからである。

【0012】9、10および11は、繊維方向をヒートシンク板の厚み方向とする時、板の平面方向は、繊維の直角方向となるがその直角方向の引張強度はいずれも小さいので、例えば1と10の組合わせの場合、熱膨張は1が支配的となり熱膨張率として、12ppm/Kとなる。又、4と11の組合わせの場合は、8ppm/Kとなり例えば、電気自動車などのパワーモジュール系のヒートシンク板として満足されるものとなる。

【0013】一方で、10と12、11と13の組合わせでは、板の平面方向の熱膨張率はそれぞれ、4.5~4.1となり光通信などの放熱基板として最適なものとなる。

【0014】

【実施例】以下、実施例によって本発明を更に具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0015】

【実施例1】ビッチ系の炭素繊維をフェノール樹脂にて一方向に揃うように成形し、これを真空中で3000℃に焼成し、1方向のグラファイト質の炭素繊維成形体を得た。このものの繊維体積率は55%フェノール樹脂から炭化したものは18%であった。

【0016】他方、炭化珪素粒子を2000℃にて焼結した炭化珪素焼結体を体積率72%で得た。黒鉛化炭素繊維成形体(1)と炭化珪素焼結体(4)とを繊維方向が炭化珪素板面に直角になるように配置して図-1に示すようにそれぞれ800℃に予熱した後、所定の金型に入れ(3、4)、その上に800℃のJIS A1050溶湯を注ぎプランジャーで圧力98MPaにて加圧し凝固完了後、黒鉛化炭素繊維と炭化珪素を強化材とするアルミニウム基複合材を得た。

【0017】このように得られた複合材の物性は、図-2に示すように炭素繊維の複合材層が2mm炭化珪素の複合材層が1mmの厚さの加工すると、熱膨張率が4.5ppm/K、熱伝導度が407W/mKであった。これと同様のものを図-3-1(断面図)、図-3-2(平面図)のように加工し、ヒートシンクパッケージ(14)

を得た。このものは炭素繊維とアルミニウムからなる複合材層が機械加工性に優れているので、容易に加工でき、かつ、サブマウント(13)が一体成形できるので、サブマウント頂上からパッケージの最下面までの熱伝導度も極めて良好であり、かつサブマウントを基板にロー付けする必要のないものであった。

【0018】

【実施例2】実施例1と同様の黒鉛化炭素繊維成形体を用いて他方は炭化珪素焼結体の替わりに炭化珪素粒子を用いて、JIS A1050の替わりにJIS C1020を、予熱温度1200℃、溶湯温度1250℃にした以外は同様に行った。その結果、熱膨張率は8ppm/K、熱伝導度は408W/mKであった。

【0019】

【実施例3】予め650℃に加熱した炭化珪素焼結体の上に、これも予め600℃加熱した黒鉛粒子を金型内に配置して、750℃のJIS ADC14溶湯を流し図-4のようにプランジャーで圧力70MPaにて加圧し、凝固後、炭化珪素と黒鉛粒子の2層からなる金属基複合材料を得た。

【0020】このものを、幅70mm長さ150mmで炭化珪素の複合材層の厚みが1mm、黒鉛粒子との複合材層の厚みが2mmになるように作成した。このものの引張強度は、板の平面方向で310MPaであり、熱伝導度は310W/mK、熱膨張率は4.3ppm/Kであった。これを図-5のように黒鉛粒子の複合材層の部分を切削加工して6ヶのセクションに分かれたパワーモジュール用の基板が得られた。このものは黒鉛粒子との複合材層の部分だけの切削なので容易に加工でき、しかも一体成形物であるので6ヶ所の凸部分をロー付けの必要もなく、より熱伝導度の良好なものが得られた。

【0021】

【発明の効果】本発明により充分に高い熱伝導度を有し、かつ適正な熱膨張率を有する、易加工の一体型ヒートシンクが得られた。

【図面の簡単な説明】

【図1】400W/mK以上の熱伝導度を有し、熱膨張率が4~5ppmのヒートシンクパッケージを製造する概念図

【図2】図-1から取り出された複合材料

【図-3-1】一体型のサブマウントを有するヒートシンクパッケージの断面図

【図-3-2】同上の平面図

【図-4】300W/mK以上の熱伝導度を有するパワーモジュール用のヒートシンク板を製造する概念図

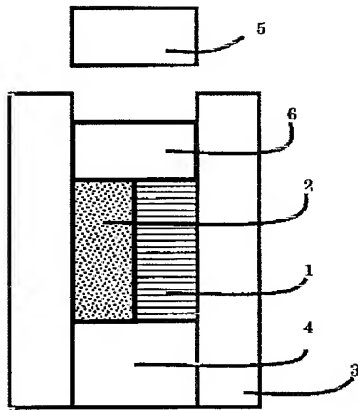
【図-5】パワーモジュール

【符号の説明】

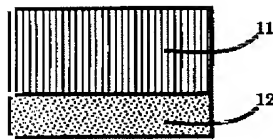
- |           |            |
|-----------|------------|
| 1         | 黒鉛化炭素繊維成形体 |
| 2、22      | 炭化珪素焼結体    |
| 3、4、23、24 | 金型         |

5、25	加圧フランジ	12、32	焼結炭化珪素複合材層
6、26	アルミニウム又はアルミニウム合	13	サブマウント
金溶湯		21	黒鉛粒子層
11	炭素繊維複合材層	31	黒鉛粒子複合材層

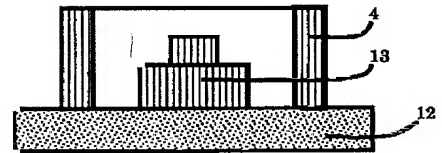
【図1】



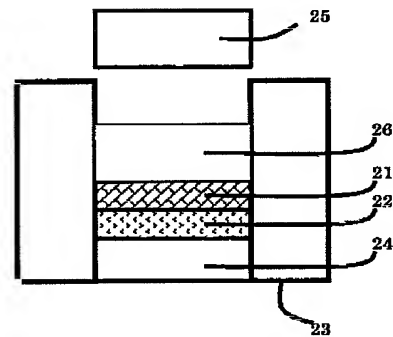
【図2】



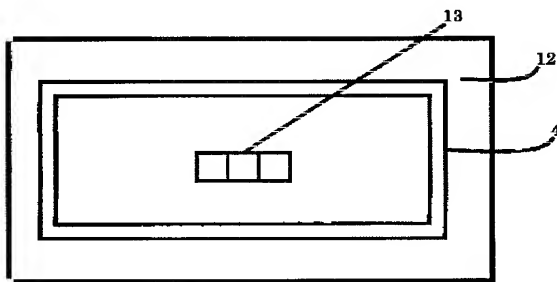
【図-3-1】



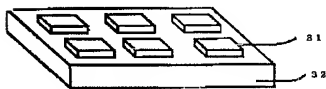
【図-4】



【図-3-2】



【図-5】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	(参考)
H 0 5 K 7/20		C 2 2 C 101:14	
// C 2 2 C 101:10		101:16	
101:14		101:22	
101:16		H 0 1 L 23/36	Z
101:22			M

!(5) 003-309232 (P2003-309232A)

(72)発明者 佐藤 清  
静岡県富士市五貫島747-1 株式会社先  
端材料内

Fターム(参考) 4K020 AA04 AA12 AA21 AA26 AA27  
AC01 AC04 AC07 BA02 BA03  
BB05 BB26 BB41  
5E322 FA04  
5F036 AA01 BB01 BD03 BD14

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

- [Claim(s)]
- [Claim 1] The heat sink plate obtained by infiltrating molten metal into the inorganic layer which consists of two-layer [ of the layer which consists of the layer, carbon particle, or carbon fiber which consists of a silicon carbide particle or a cubic boron-nitride particle ].
- [Claim 2] The silicon carbide particle or cubic boron nitride in claim 1 should contain what was fabricated with fine particles, the sintered compact, or the temporary sintered compact that uses alumina sol and a silica sol as a binder.
- [Claim 3] The carbon particle or carbon fiber in claim 1 should also include those Plastic solids besides a particle or a fiber bundle also including the thing of graphite.
- [Claim 4] The molten metal in claim 1 should contain aluminum, copper, silver, and those alloys.
- [Claim 5] As an approach of infiltrating the molten metal in claim 1, it is carrying out press fit coagulation with high pressure.

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] The summary of this invention is carried out to the member which is excellent in reinforcement and thermal conductivity, and has a suitable coefficient of thermal expansion as a substrate of which heat dissipation nature, such as a semi-conductor and an integrated circuit, is required.

[0002]

[Description of the Prior Art] When alumina ceramics and an epoxy resin were conventionally used as a substrate of a semi-conductor, generation of heat from the semi-conductor itself did not become a problem. however -- recently -- speedup of operation speed, and high-speed \*\*\*\* -- cooling of a semi-conductor is becoming indispensable with increase of the calorific value by the so-called light and heat of optical communication. A substrate also came to be selected with the thing which has good thermal conductivity, and the ingredient possessing a suitable coefficient of thermal expansion so that it may correspond to it.

[0003] That is, the composite material of a copper tungsten, copper molybdenum, silicon carbide, and aluminum is invented and used by high temperature conduction as what has a suitable coefficient of thermal expansion. These have the thermal conductivity of 150 - 200 W/mK, and the coefficient of thermal expansion of 8 - 12 ppm/K about.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, recently, the calorific value from a semi-conductor becomes large, and what has bigger thermal conductivity has been needed. Moreover, the compound semiconductor with which optical communication is presented requires 4 - 5 ppm/K for coefficient of thermal expansion. It is impossible to satisfy the thermal conductivity and both the properties of thermal expansion which are needed with a new substrate to the composite material of a copper tungsten, copper molybdenum, silicon carbide, and aluminum.

[0005] On the other hand, the thing of 250 or more MPas other than the demand characteristics as coefficient of thermal expansion 8 - 12 ppm/K, and a heat sink ingredient of 300 or more W/mK of thermal conductivity is needed also for the automobile as a mechanical strength as a substrate of an integrated circuit with electrical-and-electric-equipment-izing in recent years.

[0006] For this reason, as a technical problem of this development, coefficient of thermal expansion was made into two levels of 4 - 5 ppm/K and 8 - 12 ppm/K, and it carried out to thermal conductivity completing the heat sink plate of 300 - 400 W/mK.

[0007] The place, table which investigated the property of the mechanical strength of metal radical composite which infiltrated the molten metal of a matrix into the various inorganic substances which precede with this technical problem and serve as reinforcement beforehand, thermal conductivity, and coefficient of thermal expansion - The characteristic value shown in 1 was acquired.

[0008]

表一

No.	マトリックス (金属)	強化材 (無機物)	引張強度 (MPa)	熱伝導度 (W/mK)	熱膨張率 (ppm/K)	
①	JIS A1070	炭化珪素 粒子	250	290	12	
②	JIS AC3A		280	273	10	
③	JIS ADC14		340	250	8	
④	JIS C1020		533	245	8	
⑤	JIS AC3A	黒鉛粒子	54	288	8	
⑥	JIS C1020		68	312	7	
⑦	純銀		61	318	8	
⑧	JIS A1070	立方晶窒化 ほう素粒子	135	367	6	
⑨	JIS C1020	炭素繊維	繊維方向 1200	265	—1	
			直角方向 180	68	7	
⑩	JIS A1070	黒鉛化 炭素繊維	繊維方向 1060	510	—1	
			直角方向 43	79	7	
⑪	JIS C1020		繊維方向 1080	525	—1	
			直角方向 145	96	7	
⑫	JIS A1070	炭化珪素 焼結体	600	283	4.5	
⑬	JIS C1020		630	296	4.1	
⑭	JIS A1070	炭化珪素 仮焼結体	260	234	9	

[0009] It is a table in order to attain this technical problem. - It considered using it, combining further the composite material shown in 1. When two sorts of composite material is combined, and the generalization thermal conductivity U (W/mK) is set to one sort of thermal conductivity A (W/mK), and its thickness X (mm) and it is referred to as the thermal conductivity B of other type (W/mK), and thickness Y (mm) about thermal conductivity, a formula called  $U=(X+Y)/(X/A+Y/B)$  is realized.

[0010] In order for U of an upper type to become 400 or more W/mK, a kind adopts 10 and 11 and should just adjust the thickness from balance with other type. [ at least ] For example, U becomes 408 W/mK, when choosing 4 as other type and setting thickness of 1mm and 11 to 3mm for the thickness. As another example, when setting thickness of 1mm and 10 to 2mm for the thickness of 1, U becomes 407 W/mK and satisfies the target of thermal conductivity, respectively.

[0011] Next, although it is coefficient of thermal expansion, when using 10 or 11, the coefficient of thermal expansion in the direction of a right angle must be adopted. It is because coefficient of thermal expansion is related in the direction of a flat surface of a plate to this reason needing for thermal conductivity to be good in the thickness direction of a plate as a heat sink plate.

[0012] Since each tensile strength of the direction of a right angle is small although the direction of a flat surface of a plate turns into the direction of a right angle of fiber when 9, 10, and 11 make a grain direction the thickness direction of a heat sink plate, in the case of the combination of 1 and 10, 1 becomes dominant and thermal expansion serves as 12 ppm/K as a coefficient of thermal expansion, for example. Moreover, in the case of the combination of 4 and 11, it becomes 8 ppm/K, for example, it is satisfied as a heat sink plate of power module systems, such as an electric vehicle.

[0013] On the other hand, in the combination of 10, and 12, 11 and 13, the coefficient of thermal expansion of the direction of a flat surface of a plate is set to 4.5-4.1, respectively, and will become the optimal as heat dissipation substrates for optical communication etc.

[0014]

[Example] Hereafter, although an example explains this invention still more concretely, this invention is not limited to these examples.

[0015]

[Example 1] The carbon fiber of a pitch system was fabricated so that it might be equal to an one direction with phenol resin, this was calcinated at 3000 degrees C in the vacuum, and the carbon fiber Plastic solid of the quality of graphite of one direction was acquired. It was 18% which carbonized the rate of the fiber volume of this thing from phenol resin 55%.

[0016] On the other hand, the silicon carbide sintered compact which sintered the silicon carbide particle at 2000 degrees C was obtained at 72% of rates of the volume. A graphitized-carbon fiber Plastic solid (1) and a silicon

carbide sintered compact (4) are arranged to \*\* from which a grain direction becomes a right angle at a silicon carbide plate surface, and it is drawing. - As shown in 1, after carrying out a preheating to 800 degrees C, respectively, it puts into predetermined metal mold (3 4), and it is 800-degree C JIS on it. The aluminum radical composite which pours out A1050 molten metal, pressurizes by pressure 98MPa by the plunger, and makes graphitized-carbon fiber and silicon carbide reinforcement after the completion of coagulation was obtained. [0017] thus, the thickness whose composite layer of 2mm silicon carbide the composite layer of a carbon fiber is 1mm as the physical properties of the obtained composite are shown in drawing-2 -- processing it -- if -- coefficient of thermal expansion -- 4.5 ppm/K and thermal conductivity -- 407 W/mK -- it was . It is drawing about the same thing as this. - 3-1 (sectional view), drawing - It was processed like 3-2 (top view), and the heat sink package (14) was obtained. Since it could be easily processed since this thing excelled [ layer / which consists of a carbon fiber and aluminum / composite ] in machinability, and submounting (13) really fabricated, the heat conductivity from a submounting summit to the lowest side of a package was also very good, and it was a thing without the need of carrying out low attachment of the submounting at a substrate.

[0018]

[Example 2] Using the same graphitized-carbon fiber Plastic solid as an example 1, another side uses a silicon carbide particle instead of a silicon carbide sintered compact, and is JIS. It is JIS instead of A1050. C1020 was similarly performed except having made it the preheat temperature of 1200 degrees C, and the molten metal temperature of 1250 degrees C. Consequently, coefficient of thermal expansion was 8 ppm/K, and thermal conductivity was 408 W/mK.

[0019]

[Example 3] The graphite particle which also heated this 600 degrees C beforehand on the silicon carbide sintered compact beforehand heated at 650 degrees C is arranged in metal mold, and it is 750-degree C JIS. It is a sink Fig. about ADC14 molten metal. - It pressurized by pressure 70MPa by the plunger like 4, and the metal matrix composite which consists of two-layer [ of silicon carbide and a graphite particle ] was obtained after coagulation. [0020] By width-of-face die length of 150mm of 70mm, the thickness of the composite layer of silicon carbide created this thing so that the thickness of a composite layer with 1mm and a graphite particle might be set to 2mm. The tensile strength of this thing was 310MPa(s) in the direction of a flat surface of a plate, thermal conductivity was 310 W/mK and coefficient of thermal expansion was 4.3 ppm/K. It is drawing about this. - The substrate for power modules which carried out cutting of the part of the composite layer of a graphite particle like 5, and was divided into six sections was obtained. Since this thing is cutting of only the part of a composite layer with a graphite particle, it is easily processible, moreover, since it is really a moldings, it does not have the need for low attachment by six heights, either, and what has more good thermal conductivity was obtained.

[0021]

[Effect of the Invention] The one apparatus heat sink of \*\*\*\*\* which has thermal conductivity high enough by this invention, and has a proper coefficient of thermal expansion was obtained.

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

**[Brief Description of the Drawings]**

**[Drawing 1]** The conceptual diagram which has the heat conductivity of 400 or more W/mK, and manufactures the heat sink package whose coefficient of thermal expansion is 4-5 ppm

**[Drawing 2]** Drawing - Composite material taken out from 1

**[Drawing 3-1]** The sectional view of the heat sink package which has submounting of one apparatus

**[Drawing 32]** A top view same as the above

**[Drawing-4]** The conceptual diagram which manufactures the heat sink plate for power modules which has the heat conductivity of 300 or more W/mK

**[Drawing-5]** Power module

**[Description of Notations]**

1 Graphitized-Carbon Fiber Plastic Solid

2 22 Silicon carbide sintered compact

3, 4, 23, 24 Metal mold

5 25 Pressure plunger

6 26 Aluminum or aluminium alloy molten metal

11 Carbon Fiber Composite Layer

12 32 Sintering silicon carbide composite layer

13 SubMounting

21 Graphite Particle Layer

31 Graphite Particle Composite Layer

[Translation done.]

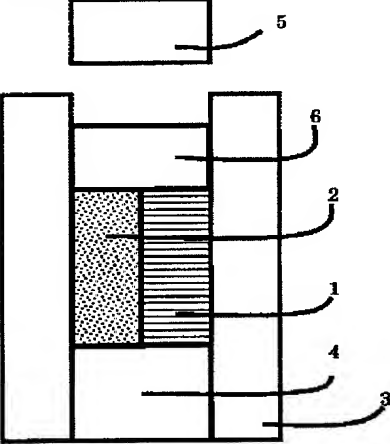
\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

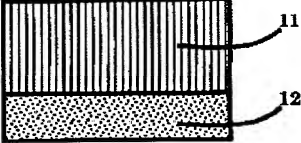
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

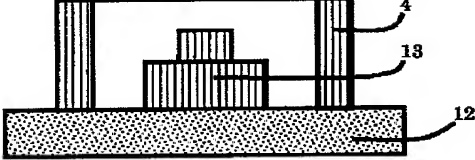
[Drawing 1]



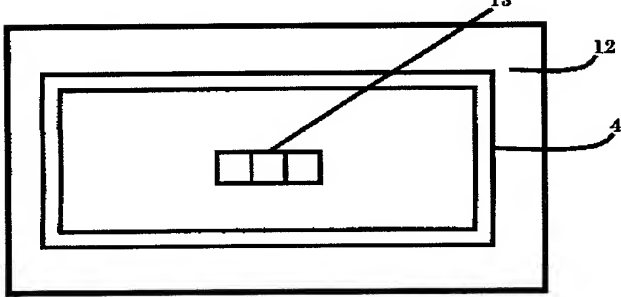
[Drawing 2]



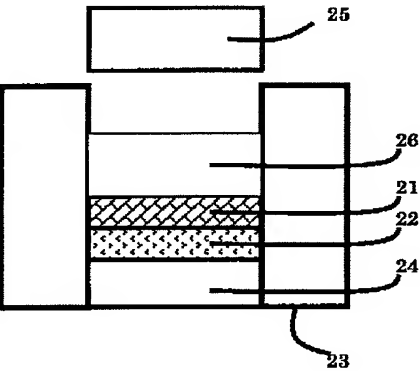
[Drawing 3-1]



[Drawing 32]



[Drawing-4]



[Drawing-5]



[Translation done.]